

**УДК 681.142**

*А.Г. Шумілін, студент гр. ПВ-91мп, д.т.н., проф. Н.А. Яремчук*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

**СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ШОРСТКОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ПОВЕРХОНЬ**

**Анотація.** При визначенні рівня шорсткості поверхонь після механічної обробки використовується їх візуальний контроль, за яким на основі результатів багаторазових спостережень отримують вербальну вибірку, що характеризує якість обробки поверхні. В роботі розглянуто алгоритм роботи системи визначення рівня шорсткості оброблених поверхонь, що заснований на знаходженні центральної тенденції вибірки вербальних даних.

**Ключові слова:** рівні шорсткості, візуальний контроль, вербальна вибірка.

**ВСТУП**

В експериментальній інформатиці розрізняють наступні види шкал : метричні (відношень, різниць та абсолютні), шкали ординальних величин і шкали найменувань [1]. Ці шкали забезпечують відображення властивостей у відповідних процедурах експериментальної інформатики : спостереженні, вимірюванні, контролі, діагностуванні, тощо [2]. Якщо процедурою експериментальної інформатики є спостереження, то результатом є відображення прояву властивості словесним або графічним описом, тобто при спостереженні використовується шкала найменувань. Але якщо між проявами властивостями існує відношення порядку, застосовується впорядкована шкала найменувань або впорядкована лінгвістична шкала, що є шкалою квазіпорядку, в якій визначається порядок на класах еквівалентності. Така шкала є проміжною між шкалою найменувань і ординальною шкалою.

В даній роботі розглядається процедура визначення рівня шорсткості поверхонь після їх механічної обробки. Шорсткість поверхні визначається за сукупністю нерівностей поверхні з відносно малою відстанню за базовою довжиною. Вимірювана шорсткість є наслідком технологічної обробки поверхонь, наприклад, абразивами. Тому вона може використовуватись для характеристики якості технологічного процесу . Стандарт ISO 8503 [3] визначає вимоги із застосуванням компараторів профілю, що призначені для візуального і тактильного порівняння сталевих поверхонь, оброблених абразивним способом. Отже в основі експериментальної процедури знаходиться спостереження за яким визначається три рівні шорсткості : тонкий (Т), середній (С), грубий (Г). Тобто шорсткість визначається за шкалою квазіпорядку з трьома категоріями або класами еквівалентності.

Основною метою роботи є розробка алгоритму опрацювання даних, отриманих при багаторазових спостереженнях рівня шорсткості, який реалізується в системі визначення рівня шорсткості оброблених поверхонь.

**МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.**

Система визначення рівня шорсткості поверхонь складається з наступних блоків: блок порівняння профілів (блок класифікації), блок передачі отриманих даних, блок опрацювання вибірок вербальних даних.

Вихідною інформацією для класифікації є класи шорсткості поверхонь, що групуються наступним чином: 1,2,3 – грубі; 4,5 – напівчисті; 6,7,8 – чисті;

9,10,11,12 – дуже чисті; 13,14 – найвищої чистоти. Контроль шорсткості за допомогою зразків [4] порівняно простий і широко застосовується на робочих місцях. При контролі порівнюють шорсткість поверхні деталі з шорсткістю поверхні еталонного зразка шляхом огляду і обмацування нігтем або пальцем уперек слідів оброблення поверхні. Еталонні зразки це зразки відповідної форми, виготовлені з того ж матеріалу і оброблені тим самим способом, що і деталь під контролем. Порівнюючи оброблену поверхню деталі, яку перевіряють, з еталонним зразком, що до неї прикладають, встановлюють клас чистоти обробки. Недоліком візуального метода класифікації є суб'єктивізм оцінювання. За літературними джерелами такий спосіб порівняння дає правильні результати при перевірці деталей від 1-го до 7го класів чистоти. При використанні допоміжних засобів, таких як збільшувач лупа, область правильної перевірки розширюють до 10-го класу. Тому на практиці за даним способом обмежуються трьома рівнями шорсткості : грубим, середнім і тонким. Загальний висновок про рівень шорсткості приймають за вибіркою , що в середньому складається з п'яти спостережень . Тому подальшою задачею є вибір алгоритму визначення центральної тенденції вербальної вибірки, складові якої класифіковано за трьома рівнями: грубий – Г, середній – С, тонкий – Т.

Класифікувати вербальні вибірки за центральною тенденцією дозволяють такі оператори як емулятор середнього значення вербальної вибірки OWA [5] і медіана вибірки. Оператор OWA визначається як

$$OWA = \max_{k=1}^n [\min\{Q(k), b_k\}] \quad , (1)$$

де

$$Q(k) = S_{f(k)}, \quad k = 1, 2, \dots, n;$$

$$f(k) = \text{Int}\{1 + [k(t-1) / n]\};$$

Int – найближче ціле число;

t – кількість рівнів шкали;

n – об'єм вибірки;

$b_k$  – k-тий елемент вибірки, ранжованої за зменшенням порядку.

Медіану ранжованої вибірки доцільно використовувати при непарному значенні n. При парному n результат отримання центральної тенденції може бути неоднозначним.[6]

З метою подальшого вибору алгоритму опрацювання вербальних даних проведено моделювання процедури знаходження центральної тенденції за двома методами: за оператором OWA і медіаною. Для дослідження використовуються вербальні вибірки після її ранжування за спаданням якості оброблення поверхні. Об'єм вибірки  $n=5$ , кількість вербальних градацій  $t=3$ . Вагова функція оператора OWA  $f(k)$  становить  $f(1)=1, f(2)=2, f(3)=2, f(4)=3, f(5)=3$ ;  $Q(1)=S_1=\Gamma$ ;  $Q(2)=S_2=C$ ;  $Q(3)=S_2=C$ ;  $Q(4)=S_3=T$ ;  $Q(5)=S_3=T$ . Для третього рядка таблиці 1:

$$OWA = \max[\min(\Gamma, C); \min(C, C); \min(C, \Gamma); \min(T, \Gamma); \min(T, \Gamma)] = C$$

Результати моделювання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Оцінювання центральної тенденції вербальних вибірок

<i>Досліджувані вибірки</i>	<i>Центральна тенденція</i>		
	<i>За медіаною</i>	<i>За оператором OWA</i>	<i>За двома способами</i>
ГГГГГ	Г	Г	Г
СГГГГ	Г	Г	Г
ТГГГГ	Г	Г	Г
ССГГГ	Г	С	НГ
ТСГГГ	Г	С	НГ
ТТГГГ	Г	С	НГ
СССГГ	С	С	С
ССССГ	С	С	С
ССССС	С	С	С
ТССГГ	С	С	С
ТТСГГ	С	С	С
ТСССГ	С	С	С
ТТССГ	С	С	С
ТТТГГ	Т	С	НТ
ТТТСС	Т	С	НТ
ТТТСГ	Т	С	НТ
ТТТТГ	Т	Т	Т
ТТТТС	Т	Т	Т
ТТТТТ	Т	Т	Т

За проведенням моделюванням можна зазначити наступне. Результати визначення центральної тенденції за медіаною і оператором OWA не завжди співпадають. Це пояснюється тим, що медіана нечутлива до змін крайніх членів впорядкованої вибірки, а емулятор середнього арифметичного за вербальною вибіркою OWA навпаки чутливий. Це призводить до того, що при наявності відхилень на краях вибірки за оператором OWA центральна тенденція зміщується в бік відхилення, в результаті чого збільшується кількість вибірок, класифікованих за середнім класом еквівалентності, що видно на таблиці 1. Що до оцінки за медіаною то її не рекомендують для застосування при антимодальному розподілі членів вибірки.

Так як обидві оцінки не є універсальними, то для підвищення точності визначення центральної тенденції вербальної вибірки запропоновано використати два способи визначення центральної тенденції: за медіаною і за оператором OWA. В тих випадках, коли результати визначення центральної тенденції не співпадають (знаходяться в сусідніх класах еквівалентності) запропоновано використовувати проміжні класи еквівалентності у відповідності з наведеними вище рівнями шорсткості: грубий (Г), напівгрубий (НГ), середній (С), напівточний (НТ), точний (Т). Це відображено в останньому стовпці таблиці 1.

Тоді до алгоритму опрацювання вибірки вербальних даних входять наступні етапи: ранжування вибірки за порядком спадання якості оброблення, визначення центральної тенденції за оператором OWA і медіаною, об'єднання результатів визначення центральної тенденції і визначення кінцевого рівня шорсткості.

## **ВИСНОВКИ**

В роботі представлено алгоритм роботи системи з визначення рівня шорсткості поверхонь на основі візуального і тактильного контролю. Рівень шорсткості визначається за центральною тенденцією вербальної вибірки, яка складається з результатів багаторазових порівнянь шорсткості поверхні деталі з шорсткістю поверхні еталонних зразків. Проаналізовано результати визначення центральної тенденції вербальної вибірки за медіаною вибірки і емулятором середнього арифметичного для вербальної вибірки OWA. Запропоновано об'єднання результатів визначення центральної тенденції за двома операторами в алгоритмі опрацювання вербальних даних системи з визначенням проміжних класів еквівалентності.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1]Орнатський П.П. Вступ до методології науки про вимірювання. Навчальний посібник. К.:ІСЛО, 1994. – 160с.
- [2]Яремчук Н. А. Интеллектуальные средства измерительной техники: Учебное пособие: Том 1. Методология интеллектуальных средств измерительной техники. – К. Корнійчук, 2017. – 208с.
- [3]ISO 8503-1:2012.Preparation of steel substrates before application of paints and related products.-Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates.-Part 1 Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast0cleaned surfaces.
- [4]ISO 8509:2008. Visual assessment of surface cleanliness.
- [5]Yager R., Filev DP. Essentional of Fuzzy Modeling and Controlю Wiley: New York, 1994.
- [6]Шумілін А.Г., Яремчук Н.А – “Способи визначення центральної тенденції вибірок вербальних даних”. – Збірник праць XV Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – 487с.

*Наук. керівник – д.т.н., проф. Яремчук Н. А.*

